



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenl gungsschrift**
⑩ **DE 198 32 484 A 1**

⑳ Aktenzeichen: 198 32 484.7
㉔ Anmeldetag: 20. 7. 98
㉕ Offenlegungstag: 12. 8. 99

㉑ Int. Cl.⁶:
G 01 B 21/22
G 01 L 5/18
G 01 P 3/44
G 01 L 3/16
B 62 D 17/00
B 62 D 37/00
B 60 T 8/60
B 60 T 8/24
B 60 K 28/16
B 60 G 17/00

DE 198 32 484 A 1

⑥5 Innere Priorität:

198 04 953. 6	07. 02. 98
198 04 941. 2	07. 02. 98
198 04 956. 0	07. 07. 98
198 11 149. 5	14. 03. 98

⑦1 Anmelder:

ITT Mfg. Enterprises, Inc., Wilmington, Del., US

⑦4 Vertreter:

Blum, K., Dipl.-Ing., Pat.-Ass., 65779 Kelkheim

⑦2 Erfinder:

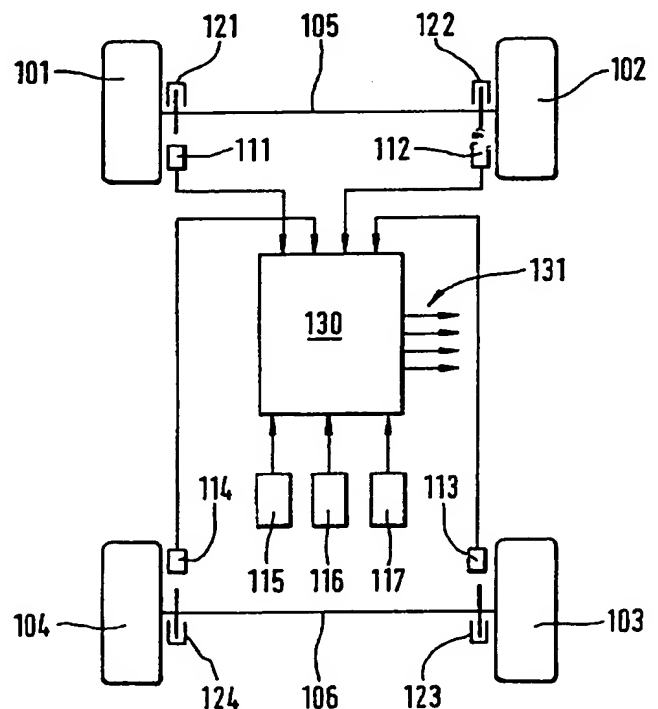
Batistic, Ivica, 60385 Frankfurt, DE; Schmidt, Holger,
35435 Wettenberg, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gem. Paragraph 43 Abs. 1 Satz PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zur Erkennung einer Kurvenfahrt, insbesondere einer übersteuerten Kurvenfahrt und zur Stabilisierung eines Fahrzeugs bei einer übersteuerten Kurvenfahrt

⑤7 Angegeben werden Verfahren und Vorrichtungen zur Erkennung einer Kurvenfahrt und insbesondere einer übersteuerten Kurvenfahrt sowie ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Stabilisierung eines Fahrzeugs bei einer übersteuerten Kurvenfahrt. Die Erkennung kann beziehungsweise auf Radschlupfwerte und/oder Querbeschleunigungswerte erfolgen. Die Stabilisierung erfolgt auf die Erkennung hin durch geeignete Eingriffe in das Bremssystem.



DE 198 32 484 A 1

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erkennung einer Kurvenfahrt, insbesondere einer übersteuerten Kurvenfahrt und zur Stabilisierung eines

Fahrzeugs bei einer übersteuerten Kurvenfahrt gemäß den Oberbegriffen der unabhängigen Ansprüche.

Eine Kurvenfahrt kann durch verschiedene Sensoren erkannt werden. Denkbar sind beispielsweise Lenkwinkelsensoren, Querbeschleunigungssensoren. Mit zusätzlichem Aufwand für die Sensorik steigen aber auch der Verkabelungsaufwand, die Kosten und die Ausfallwahrscheinlichkeit. Somit gibt es Anwendungen, in denen es wünschenswert ist, die Kurvenfahrt ohne zusätzliche Sensorik zu erkennen. Im übrigen ist es oft schwierig, eine übersteuerte Kurvenfahrt zu erkennen. Unter "übersteuerten Kurvenfahrt" wird dabei eine Kurvenfahrt verstanden, bei der sich ein Fahrzeug stärker um seine Hochachse in die Kurve hinein dreht, als dies aufgrund der tatsächlich gefahrenen Bahn erforderlich wäre, oder allgemeiner bei der ein Fahrzeug mit dem Heck nach kurvenaußen driftet. Im Extremfall handelt es sich dabei um ein im weitesten Sinne schleuderndes Fahrzeug. Insbesondere werden erfindungsgemäß aber auch diejenigen Grenzfälle betrachtet, bei denen die Übersteuerung nur vergleichsweise gering vorhanden ist. Dies ist zu Beginn des Ausbrechens eines Fahrzeugs der Fall. Es ist schwierig, gerade in diesen Grenzfällen eine übersteuernde Kurvenfahrt zu erkennen, so daß dann das übersteuerte Verhalten allmählich zunimmt, bis schließlich ein vollständig instabiler Fahrzustand vorliegt. Herkömmliche Verfahren zur Erkennung einer übersteuerten Kurvenfahrt greifen häufig aufgrund der geringen Querdynamik im Grenzbereich nicht, so daß die Ansprechschwellen für stabilisierende Eingriffe unterlaufen werden und ein prinzipiell möglicher stabilisierender Bremseneingriff aufgrund der fehlenden bzw. verspäteten Erkennung der übersteuerten Kurvenfahrt unterbleibt.

Aufgabe der Erfindung ist es, Verfahren und Vorrichtungen zur Erkennung einer Kurvenfahrt, insbesondere einer übersteuerten Kurvenfahrt, sowie zur Stabilisierung eines Fahrzeugs während der instabilen Kurvenfahrt anzugeben, die empfindlich, zuverlässig und ggf. ohne zusätzlichen Aufwand in der Sensorik auskommen.

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Abhängige Ansprüche sind auf bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung gerichtet.

Bevor nachfolgend einzelne Ausführungsformen der Erfindung beschrieben werden, werden bezugnehmend auf die Fig. 1 und 2 grundsätzliche Zusammenhänge bzw. ein Fahrzeug, in dem die Erfindung angewendet werden kann, erläutert. Fig. 1 zeigt schematisch ein Fahrzeug. 101 bis 104 sind die Räder des Fahrzeugs, wobei 101 das Rad vorne links, 102 das Rad vorne rechts, 103 das Rad hinten rechts und 104 hinten links ist. 105 ist die Vorderachse, 106 die Hinterachse. 111 bis 114 sind Radsensoren, die die Radgeschwindigkeiten der einzelnen Räder, insbesondere deren Drehgeschwindigkeiten, ermitteln. Durch 121 bis 124 sind die Radbremsen symbolisiert. Die Ausgangssignale der Radsensoren 111 bis 114 werden einer Steuerung bzw. Regelung 130 zugeführt. Die Steuerung bzw. Regelung (nachfolgend nur noch als Regelung angesprochen) kann außerdem Signale weiterer Sensoren 115 bis 117 empfangen. Außerdem erzeugt die Regelung 130 Ausgangssignale 131, mit denen die Längsdynamik und/oder die Querdynamik des Fahrzeugs beeinflußt werden kann. Somit werden insbesondere Signale für die Radbremsen 121 bis 124 zur Einstellung des Bremsdrucks in ihnen erzeugt. Darüber hinaus können auch Signale zur Beeinflussung des Antriebsmoments und ggf. auch des Automatikgetriebes erzeugt werden.

Wenn ein Fahrzeug eine Kurve fährt, müssen (bezüglich der Längsachse des Fahrzeugs) Querkkräfte erzeugt werden, die einerseits der aufgrund der Kurvenfahrt entstehenden Zentrifugalkraft und andererseits dem Trägheitsmoment des Fahrzeugs selbst beim Einlenken entgegenwirken. Diese Kräfte werden über die Reifen auf das Fahrzeug übertragen. Im stabilen Fall sind die entstehenden Querkkräfte so, daß sie aufgrund der Haftreibung zwischen Fahrbahn und Reifen übertragen werden können. Im instabilen und insbesondere übersteuerten Fall dagegen sind die tatsächlich erforderlichen Querkkräfte größer als diejenigen, die aufgrund von Haftreibung zwischen Fahrbahn und Rädern übertragen werden können.

Fig. 2 zeigt den Fall, wie er beispielsweise bei einer übersteuerten Kurve nach links auftreten kann. Gezeigt ist das linke Vorderrad. Gleiche Bezugszeichen wie in Fig. 1 entsprechen gleichen Komponenten. 111 ist der Radsensor. 111a beispielsweise eine Markierungsscheibe, die mit dem Rad 101 mitläuft und mit deren Hilfe die Drehgeschwindigkeit des Rades 101 ermittelt werden kann. Die Geschwindigkeit des Rades über die Fahrbahn ist durch V_f bezeichnet. Sie ist nicht parallel zur Radebene (senkrecht zur Radachse) gerichtet, sondern verläuft unter einem Winkel α zur Radebene. In Fig. 2 ist der Fall des ungebremsten Rades gezeigt. Dann kann angenommen werden, daß die Geschwindigkeit des Rads in der Radebene (senkrecht zur Radachse) der entsprechenden Geschwindigkeitskomponente des Rades über die Fahrbahn entspricht (weil das Rad frei abrollen kann). Die Fahrzeuggeschwindigkeit V_f ergibt sich dann durch vektorielle Addition der Längskomponente V_l und der Querkomponente V_q . Andersherum kann also gesagt werden, daß dann, wenn zwischen der Fahrzeuggeschwindigkeit V_f und der (durch die Radsensoren ermittelten) Längskomponente V_l ein Unterschied auftritt, dieser auf eine Querkomponente V_q zurückzuführen ist. Dies gilt bei vektorieller wie bei betragsweiser Betrachtung.

Im übrigen wurde festgestellt, daß bei jeder Kurvenfahrt (also letztendlich auch bei einer als stabil angesehenen Kurvenfahrt), eine - wenn auch kleine - Querkomponente vorhanden ist, so daß bei jeder Kurvenfahrt, gleich ob stabil oder übersteuert, eine Querkomponente und damit eine Geschwindigkeitsdifferenz zwischen Fahrzeuggeschwindigkeit V_f und Längskomponente V_l (Schlupf) entsteht. Dieser Schlupf (Unterschied zwischen Fahrzeuggeschwindigkeit V_f und Längskomponente V_l bzw. Unterschied zwischen deren Beträgen) kann je nach Fahrsituation an unterschiedlichen Rädern auftreten.

Erfindungsgemäß wird eine Kurvenfahrt bezugnehmend auf mehrere Schlupfwerte an mehreren Fahrzeugrädern erkannt. Auch eine übersteuerte Kurvenfahrt kann bezugnehmend auf mehrere Schlupfwerte an mehreren Fahrzeugrädern erkannt werden. Eine übersteuerte Kurvenfahrt kann erfindungsgemäß auch bezugnehmend auf die Querbeschleunigungen der Fahrzeugachsen erkannt werden. Weiter erfindungsgemäß ergibt sich eine besonders sichere Erkennung der übersteuerten Kurvenfahrt, wenn die Erkennung anhand der Radschlupfe und die Erkennung anhand der Querbeschleunigungen der Achsen miteinander kombiniert werden. Wenn eine übersteuerte Kurvenfahrt erkannt ist, können erfindungsgemäß eine oder mehrere stabilitätsfördernde Maßnahmen ergriffen werden.

Nachfolgend werden bezugnehmend auf die Zeichnungen einzelne Ausführungsformen der Erfindung beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch ein Fahrzeug, in dem die Erfindung angewendet werden kann,

Fig. 2 eine Darstellung zur Erläuterung physikalischer Zusammenhänge.

Fig. 3 eine Ausführungsform einer Vorrichtung zur Erkennung einer Kurvenfahrt.

Fig. 4 eine Vorrichtung zur Erkennung einer übersteuerten Kurvenfahrt.

Fig. 5 eine weitere Vorrichtung zur Erkennung einer übersteuerten Kurvenfahrt.

Fig. 6 eine weitere Vorrichtung zur Erkennung einer übersteuerten Kurvenfahrt, und

Fig. 7 qualitativ den Verlauf verschiedener Werte.

Fig. 3 zeigt eine Vorrichtung zur Erkennung einer Kurvenfahrt. Gleiche Bezugsziffern wie in **Fig. 1** bezeichnen gleiche Komponenten. **111** bis **114** sind die Radsensoren, die hier zwar blockweise gezeichnet, tatsächlich jedoch radindividuell vorgesehen sind. Sie werden auch als erste Ermittlungseinrichtung angesprochen.

302a bis **d** ist eine zweite Ermittlungseinrichtung, mit der für mehrere, vorzugsweise für alle Räder des Fahrzeugs jeweils der Schlupf ermittelt wird. Vorzugsweise empfängt die zweite Ermittlungseinrichtung ein die Fahrzeuggeschwindigkeit **Vf** bezeichnendes Signal. Das die Fahrzeuggeschwindigkeit **Vf** darstellende Signal wird vorzugsweise von einer dritten Ermittlungseinrichtung **303** ermittelt und bereitgestellt. Es kann sich bei ihr um anderweitige Sensorik handeln oder auch um eine komplexere Auswerteeinrichtung, die beispielsweise aus den Signalen der Radsensoren **111** bis **114** durch geeignete Strategien ein entsprechendes Signal ermittelt.

In der zweiten Ermittlungseinrichtung **302a** bis **d** kann radindividuell die Differenz zwischen Fahrzeuggeschwindigkeit und Radgeschwindigkeit gebildet werden, so daß radindividuelle Schlupfwerte ausgegeben werden.

Es können außerdem geeignete Signalvor- und -nachbereitungen **301** vorgesehen sein. Die Radsensoren **111** bis **114** liefern im allgemeinen eine mehr oder minder hochfrequente Impulsfolge. Diese kann so aufbereitet werden, daß ein die Radgeschwindigkeit direkt charakterisierendes (vorzugsweise digitales) Signal erzeugt wird. Darüber hinaus können Filterfunktionen implementiert werden, um Störungen und Fluktuationen nach Möglichkeit herauszufiltern. So kann beispielsweise eine Mittelwertbildung bzw. Integration über einen bestimmten Zeitraum vorgesehen sein. Bei der Mittelwertbildung bzw. Integration haben sich Beobachtungszeiträume zwischen 250 und 500 ms, vorzugsweise zwischen 280 und 350 ms, als günstig erwiesen. Die Signalbearbeitungen **301** können an geeigneten Stellen im Signalfluß vorgesehen sein. So können beispielsweise die von den Radsensoren **111** bis **114** einlaufenden Signale bearbeitet bzw. gefiltert werden. Statt dessen oder zusätzlich können auch die Ausgangssignale der zweiten Ermittlungseinrichtung so aufbereitet werden, was durch das gestrichelte Kästchen unter **302a** angedeutet ist.

300 ist eine erste Erkennungseinrichtung, die bezugnehmend auf mehrere, vorzugsweise alle der ermittelten Schlupfwerte die Kurvenfahrt erkennt. Auf eine Erkennung hin kann sie Signale **304** ausgeben, die von anderen Komponenten/Brensfunktionen **305** empfangen und geeignet weiterverarbeitet werden. Vorzugsweise sind die Signale **304** so gestaltet, daß die drei Fälle Kurve links, Kurve rechts, keine Kurve unterschieden werden können. Sowohl die erste Erkennungseinrichtung **300** als auch die weiteren Komponenten/Brensfunktionen **305** können weitere gezeigte und nicht gezeigte Signale empfangen, die sie für die von ihnen vorzunehmenden Signalverarbeitungen benötigen. Gezeigt ist der Empfang der externen Sensorsignale **115** bis **117**. Darüber hinaus können auch hier die Radgeschwindigkeitssignale und andere interne Signale empfangen werden.

Die erste Erkennungsvorrichtung **300** erkennt eine linke Kurve, wenn eine oder mehrere der folgenden Bedingungen

erfüllt sind:

$$Shl \quad S0 \geq Shr \quad S0,$$

$$Svl \quad S0 > 0,$$

$$Svr \quad S0 = 0,$$

und erkennt eine rechte Kurve, wenn eine oder mehrere der folgenden Bedingungen gleichzeitig erfüllt sind:

$$Shr \quad S0 \geq Shl - S0,$$

$$Svr \quad S0 > 0,$$

$$Svl \quad S0 = 0,$$

wobei **Shl** der Schlupf am Rad hinten links, **Shr** der Schlupf am Rad hinten rechts, **Svl** der Schlupf am Rad vorne links, **Svr** der Schlupf am Rad vorne rechts und **S0** ein Schlupfkorrekturwert.

Vorzugsweise wird für die linke bzw. rechte Kurve die jeweils erstgenannte Bedingung mit einer der beiden danach genannten Bedingungen für die Erkennung einer Kurvenfahrt in einer Richtung verwendet. Weiter vorzugsweise werden alle drei Bedingungen für die Erkennung einer Kurvenfahrt in je eine Richtung verwendet.

Wie schon erwähnt, können die obigen Abfragen anhand aufintegrierter/zeitlich gemittelter Schlupfwerte überprüft werden. Insbesondere wünschenswert ist es, daß für die Erkennung einer linken Kurve der Integrationszeitraum für den Schlupf am Rad hinten links größer als der obengenannte Integrationszeitraum ist. Das gleiche gilt für die Erkennung einer rechten Kurve für den Schlupf des Rades hinten rechts.

Der Schlupfkorrekturwert **S0** ist ein Korrekturwert, mit dem kleine Fehler unterdrückt werden. Er kann beispielsweise als Bruchteil der Fahrzeuggeschwindigkeit **Vf** und/oder nach Maßgabe der Querbeschleunigung **Ag** bestimmt werden. Vorzugsweise liegt **S0** im Bereich zwischen 0,1% und 1% der Fahrzeuggeschwindigkeit, weiter vorzugsweise zwischen 0,4% und 0,6% der Fahrzeuggeschwindigkeit. Der Korrekturwert **S0** kann auch von der Querbeschleunigung **Ag** abhängen, etwa wie in **Fig. 7** qualitativ gezeigt (**S0** fällt mit steigender **Ag**). Im übrigen wird darauf hingewiesen, daß **S0** nicht für alle Räder bzw. alle Abfragen der gleiche, identische Wert sein muß. Vielmehr können für verschiedene Werte bzw. verschiedene Abfragen unterschiedliche Korrekturwerte **S0** verwendet werden. Lediglich zur Vereinfachung der Darstellung wurde eine einzelne Variable hier verwendet.

Wenn gemittelte/aufintegrierte Werte zur Überprüfung der obengenannten Bedingungen verwendet werden, ist der Schlupfkorrekturwert **S0** geeignet anzupassen bzw. in die Mittelwertbildung/Integration mit einzu beziehen. Dann würde beispielsweise das jeweils betrachtete Integral nicht über den betrachteten Schlupfwert alleine, sondern über die Differenz aus Schlupfwert und Schlupfkorrekturwert ausgeführt werden.

Die erste Erkennungseinrichtung **300** kann eine linke Kurve als beendet erkennen, wenn eine oder beide der folgenden Bedingungen erfüllt sind:

$$Shl \quad S0 < Shr - S0,$$

$$Shl \quad S0 = 0,$$

und eine rechte Kurve als beendet erkennen, wenn zumindest eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:

$$Shr \quad S0 < Shl - S0,$$

$$Shr \quad S0 = 0.$$

Die betrachteten Werte sind wie obengenannt definiert.

Die Verwendung eines Schlupfkorrekturwerts führt dazu, daß nur größere Werte zu einer Erkennung führen können. Der bei der Kurvenerkennung herangezogene Vergleich der Räder einer Achse, vorzugsweise der nicht angetriebenen Achse, basiert auf der Erkenntnis, daß jeweils das kurveninnere Rad größere Schlupfwerte zeigt als das kurvenäußere Rad. Die jeweils anderen Abfragen dienen dem Ausschluß von störenden Bedingungen.

Vorzugsweise wird die oben beschriebene Kurvenerkennung nur dann ausgeführt, wenn das Fahrzeug ungebremst ist. Dann ist sichergestellt, daß die ermittelten Schlupfwerte diejenigen eines frei abrollenden Rades sind und nicht durch Schlupf aufgrund von Bremseingriffen verfälscht werden. Bei achsweisen Vergleichen von Schlupfwerten werden ganz allgemein vorzugsweise die Schlupfwerte der Räder an der nicht angetriebenen Achse verwendet, da dann auch keine Verfälschungen aufgrund des Schlupfs durch den Fahrzeugantrieb auftreten können.

Mit dem oben beschriebenen Verfahren und der zur Durchführung des Verfahrens geeigneten Vorrichtung ist es möglich, eine Kurve ohne Lenkwinkelsensor, Gierratensensor oder Querbeschleunigungssensor zuverlässig zu ermitteln. Das über die Signalleitungen 304 ausgegebene Erkennungsergebnis der ersten Erkennungseinrichtung 300 wird weiteren Komponenten/Bremsfunktionen 305 zugeführt. Hierbei kann es sich um Bremsfunktionen im weitesten Sinne handeln, beispielsweise ABS, Bremsassistentenfunktionen und ähnliches.

Bezugnehmend auf Fig. 4 wird nachfolgend ein Verfahren zur Erkennung einer übersteuerten Kurvenfahrt beschrieben bzw. eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens. Gleiche Bezugszeichen wie in Fig. 3 bezeichnen gleiche Komponenten mit gleicher Funktion. Sie werden hier zur Vermeidung von Wiederholungen nicht nochmals beschrieben.

Fig. 4 zeigt eine zweite Erkennungseinrichtung 400, die bezugnehmend auf mehrere der ermittelten Schlupfwerte eine übersteuerte Kurvenfahrt erkennt. Sie kann Signale 304 ausgeben, die wie diejenigen der Fig. 3 gestaltet sind. In den weiteren Komponenten/Bremsfunktionen 305 der Regelung 130 können diese Signale 304 in geeigneter Weise berücksichtigt werden.

Die zweite Erkennungseinrichtung 400 kann eine übersteuerte Kurvenfahrt erkennen, wenn die Bedingung

$$Sh - Sv > a$$

erfüllt ist, wobei Sh ein das Schlupfverhalten an der Hinterachse beschreibender Wert ist, Sv ein das Schlupfverhalten an der Vorderachse beschreibender Wert, und a ein Sicherheitswert.

Sh kann bezugnehmend auf zumindest einen Schlupfwert, vorzugsweise bezugnehmend auf die Schlupfwerte beider Räder an der Hinterachse ermittelt werden, beispielsweise als der Mittelwert. Sinngemäß das gleiche gilt für den Wert Sv.

Eine übersteuerte Kurvenfahrt kann als beendet erkannt werden, wenn zumindest die erste, vorzugsweise mehrere oder alle der folgenden Bedingungen erfüllt sind:

$$\begin{aligned} Sh - Sv &< s, \\ Sh - Sv &> -s, \\ Sha &< Sva. \end{aligned}$$

Sh und Sv sind wie oben definiert, Sha und Sva sind die Schlupfe der Räder an der Außenseite jeweils hinten bzw. vorne.

Die zur Erkennung der übersteuerten Kurvenfahrt verwendete Bedingung basiert auf der Erkenntnis, daß bei einer übersteuerten Kurvenfahrt aufgrund verschiedener Einflüsse das Schlupfverhalten der Hinterachse, beispielsweise reflektiert durch den mittleren Schlupf der Räder an dieser Achse, größer ist als das der Vorderachse.

Um Fehlerkennungen auszuschließen, wird der Sicherheitswert a eingeführt. Dann wird nur auf eine übersteuerte Kurvenfahrt erkannt, wenn eine größere Abweichung zwischen den Schlupfverhalten an den beiden Achsen vorliegt. Der Sicherheitswert a kann eine Konstante sein oder nach Maßgabe der Fahrzeuggeschwindigkeit und/oder nach Maßgabe der berechneten bzw. gemessenen Querbeschleunigung A_q bestimmt werden. Fig. 7b und 7c zeigen qualitative Abhängigkeiten für a. Ausgehend von einem niedrigsten Grenzwert bei Querbeschleunigung 0 kann a mit der Querbeschleunigung A_q steigen. Darüber hinaus kann a mit steigender Fahrzeuggeschwindigkeit V_f fallen, gegebenenfalls wieder gegen einen Grenzwert.

Die Bedingungen zur Erkennung der Beendigung der übersteuerten Kurvenfahrt sind so gewählt, daß Schlupfdifferenzen zwischen Vorder- und Hinterachse innerhalb eines bestimmten, durch s definierten Bandes toleriert werden bzw. nicht mehr als übersteuerte Kurvenfahrt angesehen werden. Der Schwellenwert s kann nach Maßgabe der Fahrzeuggeschwindigkeit V_f bestimmt werden und beträgt beispielsweise 0,5% bis 1% der Fahrzeuggeschwindigkeit V_f . Der Sicherheitswert a und der Schwellenwert s sind in bezug aufeinander vorzugsweise so gewählt, daß sich hinsichtlich der Erkennung der übersteuerten Kurvenfahrt ein hysteresartiges Verhalten ergibt.

Die Richtung der Kurven, in die gefahren wird, kann durch andere Abfragen erkannt werden, sie kann beispielsweise mit der anhand von Fig. 3 beschriebenen Vorrichtung bestimmt werden oder durch einen geeigneten Sensor.

In Fig. 4 sind 401 und 402 Einrichtungen zur Mittelwertbildung, mit denen der Mittelwert der Schlupfe jeweils an der Vorderachse bzw. an der Hinterachse bestimmt wird. In Einrichtung 403 wird die Differenz gebildet. In Einrichtung 405 wird die Differenz mit dem Sicherheitswert a bzw. dem Schwellenwert s verglichen, wobei der Sicherheitswert a und der Schwellenwert s in der Einrichtung 404 nach Maßgabe weiterer Betriebszustände bestimmt werden.

Das anhand von Fig. 4 beschriebene Verfahren kann abgebrochen werden, wenn ein Bremseingriff erfolgt. Es ist auch möglich, bei Bremseingriffen die genannten Abfragen zur Erkennung der übersteuerten Kurvenfahrt bezugnehmend auf die Schlupfe der kurvenäußeren Räder vorne und hinten durchzuführen. Als der das Schlupfverhalten einer Achse beschreibende Wert wird dann anstelle eines Mittelwerts ein lediglich auf dem Schlupfverhalten des jeweils kurvenäußeren Rades basierender Wert genommen. Dieses Vorgehen beruht auf der Erkenntnis, daß aufgrund des Rollmoments des Fahrzeugs in der Kurve um seine Längsachse die kurvenäußeren Räder stärker belastet sind, somit aufgrund der Bremsung geringere Schlupfeinflüsse zeigen und deshalb kaum gestörte Signale für die erfindungsgemäße Erkennung der übersteuerten Kurvenfahrt aufweisen. In einer besonderen Ausführungsform können in Fig. 4 auch die Radgeschwindigkeiten direkt verwendet werden, da sich die Subtraktion der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit von den Radgeschwindigkeiten in der Differenzbildung 403 sowieso wieder heraushebt. Die Bildung der Radschlupfwerte ist insofern nur soweit nötig, soweit andere Komponenten und Funktionen diesen benötigen und kann ansonsten entfallen.

Die eben beschriebene Ermittlung der übersteuerten Kurvenfahrt beruht auf der Erkenntnis, daß mit Zunahme des Schräglaufwinkels des Rades (α in Fig. 2) auch die nicht er-

faße axiale Geschwindigkeitskomponente V_q gemäß $V_q = V_f \sin \alpha$ zunimmt, während die in der Radebene erfaßte Längskomponente V_l gemäß $V_l = V_f \cdot \cos \alpha$ abnimmt. Demnach ist der Schlupf, also der sich ergebende Unterschied (in den Beträgen) zwischen Fahrzeuggeschwindigkeit V_f und Längskomponente V_l ein Maß für den Schräglaufwinkel und kann deshalb zur Beurteilung des übersteuerten Verhaltens herangezogen werden.

Bisher wurde die Erkennung der übersteuerten Kurvenfahrt bezugnehmend auf die Schlupfwerte der Räder des Fahrzeugs beschrieben. Anstelle der Schlupfwerte können aber auch die Radgeschwindigkeitswerte zur Überprüfung herangezogen werden.

Bezugnehmend auf Fig. 5 wird eine weitere Ausführungsform zur Bestimmung der übersteuerten Kurvenfahrt erläutert. Gleiche Bezugszeichen wie in Fig. 3 bezeichnen gleiche Komponenten, die hier zur Vermeidung von Wiederholungen nicht nochmals beschrieben werden.

Die übersteuerte Kurvenfahrt eines Fahrzeugs kann auch aus den Querbeschleunigungen der Achsen eines Fahrzeugs ermittelt werden. Die Querbeschleunigung ist dabei die Beschleunigung etwa in Richtung des Radius der gefahrenen Kurve, also auch in etwa in Richtung der Achse. Die Querbeschleunigung A_q kann in Näherung durch Gleichsetzen der Formel für die Zentrifugalkraft ($F = m \cdot v^2/r$) mit der allgemeinen Formel für die Kraft an einer zu beschleunigenden Masse ($F = m \cdot a$) ermittelt werden. Es ergibt sich dann $A_q = v^2/r$. Durch genauere Betrachtungen der geometrischen Verhältnisse in einer Kurve läßt sich die Querbeschleunigung an einer Achse ausdrücken durch

$$A_q = ((V_r + V_l)(V_r - V_l))/(2d),$$

wobei V_r die Radgeschwindigkeit des rechten Rades an der Achse ist, V_l die Radgeschwindigkeit des linken Rades an dieser Achse und d die Spurweite an dieser Achse. Somit kann also bezugnehmend auf die Radgeschwindigkeiten an der Achse die Querbeschleunigung an dieser Achse ermittelt werden. Dabei ist die Mitte der Achse der mathematisch exakte Ort der ermittelten Querbeschleunigung, was für die Zwecke des zu beschreibenden Erkennungsverfahrens eine brauchbare Hypothese ist.

Man macht sich weiter die Erkenntnis zunutze, daß bei übersteuertem Fahrverhalten allgemein die Querbeschleunigung an der Hinterachse größer ist als die Querbeschleunigung an der Vorderachse.

Somit kann das übersteuerte Fahrverhalten durch Vergleich der Querbeschleunigung der Hinterachse mit der Querbeschleunigung der Vorderachse erkannt werden. Eine übersteuerte Kurvenfahrt kann beispielsweise erkannt werden, wenn die Bedingung

$$A_{qH} - A_{qV} > b$$

erfüllt ist, wobei A_{qH} die Querbeschleunigung an der Hinterachse ist, A_{qV} die Querbeschleunigung an der Vorderachse und b ein Sicherheitswert.

Der Sicherheitswert wird in die Abfrage eingeführt, um zufällige, sich aus Erfassungsgenauigkeiten ergebende kleinere Abweichungen ausscheiden zu können, denn diese sollen nicht zur Erkennung einer übersteuerten Kurvenfahrt führen. Der Wert von b kann im Bereich zwischen 5% und 10% der ermittelten Querbeschleunigungen A_q liegen, jedoch mindestens zwischen 0,1 g und 0,2 g. Fig. 7d zeigt qualitativ einen möglichen Verlauf von b .

Fig. 5 zeigt eine vierte Ermittlungseinrichtung 501, 502, mit der die Querbeschleunigungen für die Vorderachse und für die Hinterachse ermittelt werden können. Diese Werte

werden der dritten Erkennungseinrichtung 500 zugeführt, die den Vergleich beispielsweise anhand der oben erwähnten Bedingung durchführt. Als Ergebnis der Erkennung können die Signale 304 wie oben beschrieben ausgegeben werden.

Vorzugsweise werden die ermittelten Querbeschleunigungen ihrem Betrag nach miteinander verglichen. Die Ermittlung der Kurvenrichtung kann durch geeignete weitere Abfragen oder beispielsweise durch das Verfahren bzw. die Vorrichtung nach Fig. 3 erfolgen. Auch ein Sensor kann verwendet werden.

Wie schon oben mehrfach erwähnt, können auch zur erfindungsgemäßen Erkennung der übersteuerten Kurvenfahrt anhand der Querbeschleunigung geeignete Signalaufbereitungen anfänglich und/oder bei Zwischenergebnissen, beispielsweise den ermittelten Querbeschleunigungen, vorgenommen werden. In Fig. 5 ist dies abermals durch Bezugszeichen 301 angedeutet, wobei die gezeigten Einrichtungen einzeln oder in Kombination miteinander vorgesehen sein können.

Die Erkennung der übersteuerten Kurvenfahrt anhand der Querbeschleunigung eignet sich insbesondere für Kurvenfahrten mit hoher Querdynamik, also mit hoher Querbeschleunigung. Hier können zum einen die Querbeschleunigungen mit zufriedenstellender Genauigkeit berechnet werden. Andererseits können sich bei der Erkennung der übersteuerten Kurvenfahrt anhand der Radschlupfe Probleme einstellen.

Fig. 6 zeigt eine erfindungsgemäße Ausführungsform, bei der die Erkennungen gemäß Fig. 4 und gemäß Fig. 5 miteinander kombiniert sind. Zu sehen ist die zweite Erkennungseinrichtung 400 aus Fig. 4, die die übersteuerte Kurvenfahrt bezugnehmend auf die Radschlupfe erkennt, und die dritte Erkennungseinrichtung 500 aus Fig. 5, die die Erkennung der übersteuerten Kurvenfahrt bezugnehmend auf die Querbeschleunigungen der Fahrzeugachsen vornimmt. Oberhalb der zweiten Erkennungseinrichtung 400 befinden sich die gleichen Komponenten wie sie an entsprechender Stelle in Fig. 4 gezeigt sind, das gleiche gilt sinngemäß für die Komponenten oberhalb der dritten Erkennungseinrichtung 500. Gemeinsam genötigte Ressourcen, beispielsweise Signalaufbereitungen, müssen natürlich nicht doppelt vorgesehen sein, sondern können gemeinsam genutzt werden.

Ganz allgemein kann das Erkennungsergebnis einer der beiden Erkennungseinrichtungen bevorzugt bzw. ausgewählt werden. Hierzu ist eine Auswahlrichtung 600 vorgesehen, die entweder das Erkennungsergebnis der zweiten Erkennungseinrichtung 400 oder das Erkennungsergebnis der dritten Erkennungseinrichtung 500 auswählt und dann weiterleitet. Die Auswahl kann nach Maßgabe weiterer Betriebszustände des Fahrzeugs erfolgen. Insbesondere kann bei vergleichsweise niedriger Querbeschleunigung oder auch bei vergleichsweise niedrigen Radschlupfwerten die Erkennung der übersteuerten Kurvenfahrt bezugnehmend auf die Radschlupfwerte bevorzugt bzw. ausgewählt werden, während bei höheren Querbeschleunigungen oder bei höheren Radschlupfwerten die Erkennung der übersteuerten Kurvenfahrt bezugnehmend auf die Querbeschleunigungen bevorzugt werden kann.

In Fig. 6 ist eine Einrichtung 604 gezeigt, die einen Prüfwert bildet, wobei der Prüfwert nach Maßgabe der genannten Betriebszustände des Fahrzeugs, insbesondere nach Maßgabe der Querbeschleunigungen und/oder nach Maßgabe der Radschlupfe gebildet wird. In einer Vergleichseinrichtung 601 in der Auswahlrichtung 600 kann der Prüfwert mit einem Schwellenwert verglichen werden. Nach Maßgabe des Vergleichs kann beispielsweise die zweite Erkennungseinrichtung 400 oder die dritte Erkennungseinrichtung 500 ausgewählt werden. Gezeigt sind Umschalter 602,

603 die paarweise entweder die Ausgaben der einen oder der anderen Erkennungseinrichtung wählen und an die weiteren Komponenten/ Bremsfunktionen 305 wie oben beschrieben weiterleiten.

Die bezugnehmend auf Fig. 6 beschriebene Ermittlung durch Kombination der Verfahren, wie sie anhand der Fig. 4 und 5 beschrieben wurden, hat den Vorteil, daß für einzelne Betriebszustände des Fahrzeugs gut angepasste Erkennungsverfahren gewählt werden. Somit können übersteuerte Kurvenfahrten einerseits zuverlässig ermittelt, Fehlererkennungen aber andererseits zuverlässig vermieden werden.

Wenn eine übersteuerte Kurvenfahrt beispielsweise wie oben beschrieben erkannt ist, können verschiedene Maßnahmen einzeln oder in Kombination miteinander ergriffen werden.

Es kann beispielsweise ein kurvenauswärts wirkendes Moment um die Fahrzeughochachse erzeugt werden, indem an einem oder mehreren kurveninneren Rädern der Bremsdruck bzw. ein Sollwert hierfür abgesenkt oder weniger stark/schnell (Gradient) aufgebaut wird. Dann nimmt die Bremskraft am fahrgaugäußeren Rad zu, so daß ein kurvenauswärts drehendes Moment zunimmt (bzw. ein kurveneinwärts drehendes Moment abnimmt). Dadurch wird der (kurveneinwärts wirkenden) Übersteuertendenz entgegengewirkt.

Einen ähnlichen Effekt hat aus dem Schleppbetrieb heraus die Erhöhung des Antriebsmoments, insbesondere an der Hinterachse. Auch dies hat einen stabilisierenden Einfluß, der der Übersteuertendenz entgegenwirkt.

Schließlich ist es möglich, ganz allgemein Ansprechschwellen für Assistenzfunktionen zu verändern. Je nachdem, ob diese Bremsassistentenfunktionen gegebenenfalls einen günstigen oder ungünstigen Einfluß auf die übersteuerte Kurvenfahrt haben, können die jeweiligen Ansprechschwellen herabgesetzt bzw. heraufgesetzt werden, so daß die einzelnen Funktionen empfindlicher bzw. weniger empfindlich sind. Dadurch können günstige Einflüsse aus höheren Bremsassistentenfunktionen eher herbeigeführt und ungünstige Einflüsse vermieden werden.

Die oben beschriebenen Eingriffsmöglichkeiten können nach Maßgabe der Signale 304 in den weiteren Komponenten/Bremsfunktionen 305 vorgenommen werden. Sie beeinflussen dann die Ausgangssignale 131, die ihrerseits das Fahrverhalten des Fahrzeugs beeinflussen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erkennung einer Kurvenfahrt, mit den Schritten
Ermitteln der Radgeschwindigkeiten mehrerer Räder, und
Ermitteln des Schlupfes dieser Räder,
gekennzeichnet durch Erkennen einer Kurvenfahrt bezugnehmend auf mehrere der ermittelten Schlupfwerte.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Fahrzeuggeschwindigkeit ermittelt wird und der Schlupf eines Rades aus der Fahrzeuggeschwindigkeit und der Radgeschwindigkeit dieses Rades ermittelt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß es bei Bremsengriff abgebrochen oder nicht ausgeführt wird.
4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine linke Kurve erkannt wird, wenn eine oder mehrere der folgenden Bedingungen erfüllt sind:

$$\begin{aligned} \text{Shl} - \text{S0} &> \text{Shr} - \text{S0}, \\ \text{Svl} - \text{S0} &> 0, \\ \text{Svr} - \text{S0} &= 0, \end{aligned}$$

und daß eine rechte Kurve erkannt wird, wenn eine oder wenn mehrere der folgenden Bedingungen gleichzeitig erfüllt sind:

$$\begin{aligned} \text{Shr} - \text{S0} &> \text{Shl} - \text{S0}, \\ \text{Svr} - \text{S0} &> 0, \\ \text{Svl} - \text{S0} &= 0, \end{aligned}$$

wobei

Shl der Schlupf am Rad hinten links ist,
Shr der Schlupf am Rad hinten rechts,
Svl der Schlupf am Rad vorne links,
Svr der Schlupf am Rad vorne rechts, und
S0 ein Schlupfkorrekturwert.

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine linke Kurve als beendet erkannt wird, wenn zumindest eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:

$$\begin{aligned} \text{Shl} - \text{S0} &< \text{Shr} - \text{S0}, \\ \text{Shl} - \text{S0} &= 0, \end{aligned}$$

und daß eine rechte Kurve als beendet erkannt wird, wenn zumindest eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:

$$\begin{aligned} \text{Shr} - \text{S0} &< \text{Shl} - \text{S0}, \\ \text{Shr} - \text{S0} &= 0, \end{aligned}$$

wobei

Shl der Schlupf am Rad hinten links ist,
Shr der Schlupf am Rad hinten rechts, und
S0 ein Schlupfkorrekturwert.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß als Radgeschwindigkeitswerte und/oder als Schlupfwerte zeitlich gemittelte oder aufintegrierte Werte verwendet werden, wobei über eine Mindestzeitdauer gemittelt bzw. aufintegriert wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Mindestzeitdauer zwischen 250 und 500 ms liegt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Schlupfkorrekturwert in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit und/oder vom Reibwert zwischen Rad und Fahrbahn bestimmt wird und auch Null sein kann.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Schlupfkorrekturwert ein Wert zwischen 0,2 und 0,8% der Fahrzeuggeschwindigkeit ist.

10. Verfahren zur Erkennung einer übersteuerten Kurvenfahrt, mit den Schritten

Ermitteln der Radgeschwindigkeiten mehrerer Räder, und
Ermitteln des Schlupfes dieser Räder,
gekennzeichnet durch Erkennen einer übersteuerten Kurvenfahrt bezugnehmend auf mehrere der ermittelten Schlupfwerte.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Fahrzeuggeschwindigkeit ermittelt wird und der Schlupf eines Rades aus der Fahrzeuggeschwindigkeit und der Radgeschwindigkeit dieses Rades ermittelt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß es bei Bremsengriff abgebrochen

oder nicht ausgeführt wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß eine übersteuerte Kurvenfahrt erkannt wird, wenn die folgende Bedingung erfüllt ist:

$$Sh \cdot Sv > a,$$

wobei

Sh ein das Schlupfverhalten an der Hinterachse beschreibender Wert ist, der bezugnehmend auf zumindest einen Schlupfwert eines Rades an der Hinterachse ermittelt wurde,

Sv ein das Schlupfverhalten an der Vorderachse beschreibender Wert, der bezugnehmend auf zumindest einen Schlupfwert eines Rades an der Vorderachse ermittelt wurde, und
a ein Sicherheitswert.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß eine übersteuerte Kurvenfahrt als beendet erkannt wird, wenn zumindest eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:

$$Sh \cdot Sv < s,$$

$$Sh \cdot Sv > \cdot s,$$

$$Sha < Sva,$$

wobei

Sh ein das Schlupfverhalten an der Hinterachse beschreibender Wert ist, der bezugnehmend auf zumindest einen Schlupfwert eines Rades an der Hinterachse ermittelt wurde,

Sv ein das Schlupfverhalten an der Vorderachse beschreibender Wert, der bezugnehmend auf zumindest einen Schlupfwert eines Rades an der Vorderachse ermittelt wurde,

Sha der Schlupf am Rad hinten außen,

Sva der Schlupf am Rad vorne außen, und

s ein Schwellenwert.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß als Radgeschwindigkeitswerte und/oder als Schlupfwerte zeitlich gemittelte oder auf integrierte Werte verwendet werden, wobei über eine Mindestzeitdauer gemittelt bzw. auf integriert wird.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Mindestzeitdauer zwischen 250 und 500 ms liegt.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß als der das Schlupfverhalten einer Achse beschreibende Wert ein Mittelwert der Schlupfe der Räder an dieser Achse genommen wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Kurvenrichtung anhand eines Vergleichs von Schlupfwerten und/oder Radgeschwindigkeitswerten zumindest eines linken Rades mit dem bzw. denen zumindest eines rechten Rades ermittelt wird, wobei vorzugsweise die Räder der nicht angetriebenen Achse genommen werden.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß beim Bremsengriff als der das Schlupfverhalten einer Achse beschreibende Wert ein auf dem Schlupf des jeweils kurvenäußeren Rades dieser Achse basierender Wert genommen wird.

20. Verfahren zur Erkennung einer übersteuerten Kurvenfahrt, mit den Schritten
Ermitteln der Radgeschwindigkeiten mehrerer Räder, gekennzeichnet durch

Ermitteln der Querbeschleunigung für die Vorderachse und für die Hinterachse, und
Erkennen einer übersteuerten Kurvenfahrt bezugnehmend auf die ermittelten Querbeschleunigungen.

21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß es bei Bremsengriff abgebrochen oder nicht ausgeführt wird.

22. Verfahren nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, daß eine übersteuerte Kurvenfahrt erkannt wird, wenn die folgende Bedingung erfüllt ist:

$$Aqha \cdot Aqva > b,$$

wobei

Aqha die Querbeschleunigung an der Hinterachse ist, Aqva die Querbeschleunigung an der Vorderachse, und b ein Sicherheitswert.

23. Verfahren nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß als Schlupfwerte und/oder als Querbeschleunigungswerte zeitlich gemittelte oder auf integrierte Werte verwendet werden, wobei über eine Mindestzeitdauer gemittelt bzw. auf integriert wird.

24. Verfahren nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Mindestzeitdauer zwischen 250 und 500 ms liegt.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Querbeschleunigung Aq einer Achse für die Mitte der Achse bezugnehmend auf die Formel

$$Aq = ((Vr + Vl)(Vr - Vl))/(2d)$$

ermittelt wird, wobei

Vr die Radgeschwindigkeit des rechten Rades an dieser Achse ist,

Vl die Radgeschwindigkeit des linken Rades an dieser Achse, und
die Spurweite an dieser Achse.

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Kurvenrichtung anhand eines Vergleichs von Schlupfwerten und/oder Radgeschwindigkeitswerten zumindest eines linken Rades mit dem bzw. denen zumindest eines rechten Rades ermittelt wird, wobei vorzugsweise die Räder der nicht angetriebenen Achse genommen werden.

27. Verfahren zur Erkennung einer übersteuerten Kurvenfahrt, bei dem das Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 19 und das Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 26 derart miteinander kombiniert werden, daß nach Maßgabe eines Betriebszustandes des Fahrzeugs entweder das eine oder das andere bevorzugt werden.

28. Verfahren nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 19 bevorzugt wird, wenn vergleichsweise niedrige Querbeschleunigungen oder wenn vergleichsweise niedrige Radschlupfwerte ermittelt werden, wobei anderenfalls das Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 26 bevorzugt wird.

29. Verfahren nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß nach Maßgabe einer oder mehrerer Querbeschleunigungswerte oder nach Maßgabe einer oder mehrerer Radschlupfwerte ein Prüfwert gebildet wird, der mit einem Schwellenwert verglichen wird.

30. Verfahren zur Stabilisierung eines Fahrzeugs bei einer übersteuerten Kurvenfahrt, mit dem Schritt
Erkennen der übersteuerten Kurvenfahrt vorzugsweise mit einem Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis

29. gekennzeichnet durch einen oder mehreren der folgenden Schritte:
 selektive Absenkung der Bremsdrücke bzw. von Sollwerten hierfür, insbesondere an kurveninneren Rädern, 5
 Anhebung des Antriebsmoments, insbesondere an der Hinterachse,
 Verändern der Ansprechschwellen von Bremsassistentenfunktionen.
31. Vorrichtung zur Erkennung einer Kurvenfahrt, mit 10
 einer ersten Ermittlungseinrichtung (111–114) zum Ermitteln der Radgeschwindigkeiten mehrerer Räder, und einer zweiten Ermittlungseinrichtung (302a–d) zum Ermitteln des Schlupfes dieser Räder, gekennzeichnet durch eine erste Erkennungseinrichtung (300) 15
 zum Erkennen einer Kurvenfahrt bezugnehmend auf mehrere der ermittelten Schlupfwerte.
32. Vorrichtung nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, daß die Fahrzeuggeschwindigkeit durch eine dritte Ermittlungseinrichtung (303) ermittelt wird und 20
 die zweite Ermittlungseinrichtung (302a–d) den Schlupf eines Rades aus der Fahrzeuggeschwindigkeit und der Radgeschwindigkeit dieses Rades ermittelt.
33. Vorrichtung nach Anspruch 31 oder 32, gekennzeichnet durch eine Unterbrechungseinrichtung, die die 25
 Kurvenerkennung bei einem Bremseingriff abbricht oder verhindert.
34. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Erkennungseinrichtung (300) eine linke Kurve erkennt, wenn 30
 eine oder mehrere der folgenden Bedingungen erfüllt sind:
- $$\begin{aligned} \text{Shl} - \text{SO} &> \text{Shr} - \text{SO}, \\ \text{Svl} - \text{SO} &> 0, \\ \text{Svr} - \text{SO} &= 0, \end{aligned} \quad 35$$
- und eine rechte Kurve erkennt, wenn eine oder wenn mehrere der folgenden Bedingungen gleichzeitig erfüllt sind: 40
- $$\begin{aligned} \text{Shr} - \text{SO} &> \text{Shl} - \text{SO}, \\ \text{Svr} - \text{SO} &> 0, \\ \text{Svl} - \text{SO} &= 0, \end{aligned} \quad 45$$
- wobei
 Shl der Schlupf am Rad hinten links ist,
 Shr der Schlupf am Rad hinten rechts,
 Svl der Schlupf am Rad vorne links, 50
 Svr der Schlupf am Rad vorne rechts, und
 SO ein Schlupfkorrekturwert.
35. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Erkennungseinrichtung (300) eine linke Kurve als beendet 55
 erkennt, wenn zumindest eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:
- $$\begin{aligned} \text{Shl} - \text{SO} &< \text{Shr} - \text{SO}, \\ \text{Shl} - \text{SO} &= 0, \end{aligned} \quad 60$$
- und eine rechte Kurve als beendet erkennt, wenn zumindest eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:
- $$\begin{aligned} \text{Shr} - \text{SO} &< \text{Shl} - \text{SO}, \\ \text{Shr} - \text{SO} &= 0, \end{aligned} \quad 65$$
- wobei
 Shl der Schlupf am Rad hinten links ist,

- Shr der Schlupf am Rad hinten rechts, und
 SO ein Schlupfkorrekturwert.
36. Vorrichtung nach Anspruch 34 oder 35, gekennzeichnet durch eine Einrichtung (301) zur Bildung des Mittelwerts oder eines Integrals, die als Radgeschwindigkeitswerte und/oder als Schlupfwerte verwendet werden, wobei über eine Mindestzeitdauer gemittelt bzw. aufintegriert wird.
37. Vorrichtung nach Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, daß die Mindestzeitdauer zwischen 250 und 500 ms liegt.
38. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 34 bis 37, gekennzeichnet durch eine Bestimmungseinrichtung für den Schlupfkorrekturwert, die den Schlupfkorrekturwert in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit und/oder vom Reibwert zwischen Rad und Fahrbahn bestimmt, wobei er auch Null sein kann.
39. Vorrichtung zur Erkennung einer übersteuerten Kurvenfahrt, mit
 einer ersten Ermittlungseinrichtung (111–114) zum Ermitteln der Radgeschwindigkeiten mehrerer Räder, und einer zweiten Ermittlungseinrichtung (302a–d) zum Ermitteln des Schlupfes dieser Räder, 10
 gekennzeichnet durch eine zweite Erkennungseinrichtung (400) zum Erkennen einer übersteuerten Kurvenfahrt bezugnehmend auf mehrere der ermittelten Schlupfwerte.
40. Vorrichtung nach Anspruch 39, dadurch gekennzeichnet, daß die Fahrzeuggeschwindigkeit durch eine dritte Ermittlungseinrichtung (303) ermittelt wird und 15
 die zweite Ermittlungseinrichtung (302a–d) den Schlupf eines Rades aus der Fahrzeuggeschwindigkeit und der Radgeschwindigkeit dieses Rades ermittelt.
41. Vorrichtung nach Anspruch 39 oder 40, gekennzeichnet durch eine Unterbrechungseinrichtung, die die Kurvenerkennung bei einem Bremseingriff abbricht oder verhindert.
42. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 39 bis 41, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Erkennungseinrichtung (400) eine übersteuerte Kurvenfahrt 20
 erkennt, wenn die folgende Bedingung erfüllt ist:
- $$\text{Sh} - \text{Sv} > a, \quad 25$$
- wobei
 Sh ein das Schlupfverhalten an der Hinterachse beschreibender Wert ist, der bezugnehmend auf zumindest einen Schlupfwert eines Rades an der Hinterachse ermittelt wurde,
 Sv ein das Schlupfverhalten an der Vorderachse beschreibender Wert, der bezugnehmend auf zumindest einen Schlupfwert eines Rades an der Vorderachse ermittelt wurde, und
 a ein Sicherheitswert.
43. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 39 bis 42, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Erkennungseinrichtung (400) eine übersteuerte Kurvenfahrt als beendet 30
 erkennt, wenn zumindest eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:
- $$\begin{aligned} \text{Sh} - \text{Sv} &< s, \\ \text{Sh} - \text{Sv} &> -s, \\ \text{Sha} &< \text{Sva}, \end{aligned} \quad 35$$
- wobei
 Sh ein das Schlupfverhalten an der Hinterachse beschreibender Wert ist, der bezugnehmend auf zumindest einen Schlupfwert eines Rades an der Hinterachse 35
 ermittelt wurde, und
 Sva ein das Schlupfverhalten an der Vorderachse beschreibender Wert ist, der bezugnehmend auf zumindest einen Schlupfwert eines Rades an der Vorderachse ermittelt wurde, und
 s ein Sicherheitswert.

ermittelt wurde,

Sv ein das Schlupfverhalten an der Vorderachse beschreibender Wert, der bezugnehmend auf zumindest einen Schlupfwert eines Rades an der Vorderachse ermittelt wurde.

Sha der Schlupf am Rad hinten außen,

Sva der Schlupf am Rad vorne außen, und
s ein Schwellenwert.

44. Vorrichtung nach Anspruch 42 oder 43, gekennzeichnet durch eine Einrichtung (301) zur Bildung des Mittelwerts oder eines Integrals, die als Radgeschwindigkeitswerte und/oder als Schlupfwerte verwendet werden, wobei über eine Mindestzeitdauer gemittelt bzw. aufintegriert wird.

45. Vorrichtung nach Anspruch 44, dadurch gekennzeichnet, daß die Mindestzeitdauer zwischen 250 und 500 ms liegt.

46. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 42 bis 45, gekennzeichnet durch eine Einrichtung (401, 402), die als den das Schlupfverhalten einer Achse beschreibenden Wert einen Mittelwert der Schlupfe der Räder an dieser Achse bildet.

47. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 39 bis 46, dadurch gekennzeichnet, daß die Kurvenrichtung anhand eines Vergleichs von Schlupfwerten und/oder Radgeschwindigkeitswerten zumindest eines linken Rades mit dem bzw. denen zumindest eines rechten Rades ermittelt wird, wobei vorzugsweise die Räder der nicht angetriebenen Achse genommen werden.

48. Vorrichtung zur Erkennung einer übersteuerten Kurvenfahrt, mit einer ersten Ermittlungseinrichtung (111 - 114) zum Ermitteln der Radgeschwindigkeiten mehrerer Räder, gekennzeichnet durch

eine vierte Ermittlungseinrichtung (501, 502) zum Ermitteln der Querbeschleunigung für die Vorderachse und für die Hinterachse, und
eine dritte Erkennungseinrichtung (500) zum Erkennen einer übersteuerten Kurvenfahrt bezugnehmend auf die ermittelten Querbeschleunigungen.

49. Vorrichtung nach Anspruch 48, gekennzeichnet durch eine Unterbrechungseinrichtung, die die Erkennung der übersteuerten Kurvenfahrt bei einem Bremsingriff abbricht oder verhindert.

50. Vorrichtung nach Anspruch 48 oder 49, dadurch gekennzeichnet, daß die dritte Erkennungseinrichtung (500) eine übersteuerte Kurvenfahrt erkennt, wenn die folgende Bedingung erfüllt ist:

$$Aq_{ha} \cdot Aq_{va} > b,$$

wobei

Aq_{ha} die Querbeschleunigung an der Hinterachse ist,

Aq_{va} die Querbeschleunigung an der Vorderachse, und
b ein Sicherheitswert.

51. Vorrichtung nach Anspruch 50, gekennzeichnet durch eine Einrichtung (301) zur Bildung des Mittelwerts oder eines Integrals, die als Radgeschwindigkeitswerte und/oder als Schlupfwerte verwendet werden, wobei über eine Mindestzeitdauer gemittelt bzw. aufintegriert wird.

52. Vorrichtung nach Anspruch 51, dadurch gekennzeichnet, daß die Mindestzeitdauer zwischen 250 und 500 ms liegt.

53. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 48 bis 52, dadurch gekennzeichnet, daß die vierte Ermittlungseinrichtung (501, 502) die Querbeschleunigung A_q einer Achse (105, 106) für die Mitte der Achse (105, 106)

bezugnehmend auf die Formel

$$A_q = ((V_r + V_l)(V_r - V_l))/(2d)$$

ermittelt, wobei

V_r die Radgeschwindigkeit des rechten Rades an dieser Achse ist,

V_l die Radgeschwindigkeit des linken Rades an dieser Achse, und

d die Spurweite an dieser Achse.

54. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 48 bis 53, dadurch gekennzeichnet, daß die Kurvenrichtung anhand eines Vergleichs von Schlupfwerten und/oder Radgeschwindigkeitswerten zumindest eines linken Rades mit dem bzw.

denen zumindest eines rechten Rades ermittelt wird, wobei vorzugsweise die Räder der nicht angetriebenen Achse genommen werden.

55. Vorrichtung zur Erkennung einer übersteuerten Kurvenfahrt, in der die Vorrichtung nach einem der Ansprüche 39 bis 47 und die Vorrichtung nach einem der Ansprüche 48 bis 54 derart miteinander kombiniert werden, daß nach Maßgabe eines Betriebszustandes des Fahrzeugs entweder die Ausgabe der zweiten Erkennungseinrichtung (400) oder der dritten Erkennungseinrichtung (500) bevorzugt wird.

56. Vorrichtung nach Anspruch 81, gekennzeichnet durch eine Auswahlrichtung (600), die die Ausgabe der zweiten Erkennungseinrichtung (400) auswählt, wenn vergleichsweise niedrige Querbeschleunigungen oder wenn vergleichsweise niedrige Radschlupfwerte ermittelt werden, wobei anderenfalls die Ausgabe der dritten Erkennungseinrichtung (500) ausgewählt wird.

57. Vorrichtung nach Anspruch 82, gekennzeichnet durch eine Einrichtung (604), die nach Maßgabe einer oder mehrerer Querbeschleunigungswerte oder nach Maßgabe einer oder mehrerer Radschlupfwerte einen Prüfwert bildet, der mit einem Schwellenwert verglichen wird.

58. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 81 bis 84, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung nach einem der Ansprüche 39 bis 47 und die Vorrichtung nach einem der Ansprüche 48 bis 54 derart miteinander kombiniert werden, daß gleiche Komponenten nur einmal vorgesehen sind und gemeinsam genutzt werden.

59. Vorrichtung zur Stabilisierung eines Fahrzeugs bei einer übersteuerten Kurvenfahrt, mit einer Vorrichtung zum Erkennen der übersteuerten Kurvenfahrt vorzugsweise nach einem der Ansprüche 39 bis 58,

gekennzeichnet durch einen oder mehreren der folgenden Einrichtungen (305):

eine Einrichtung zum selektiven Absenken der Bremsdrücke bzw. von Sollwerten hierfür, insbesondere an kurveninneren Rädern,

eine Einrichtung zum Anheben des Antriebsmoments, insbesondere an der Hinterachse,

eine Einrichtung zum Verändern einer Ansprechschwelle einer Bremsassistentenfunktionen.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

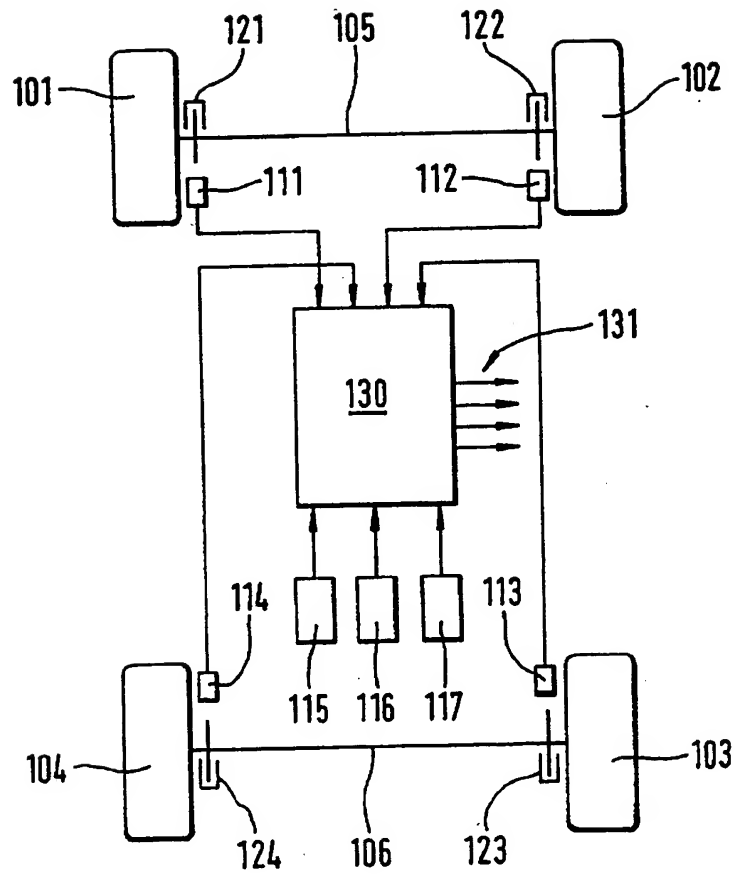


Fig. 2

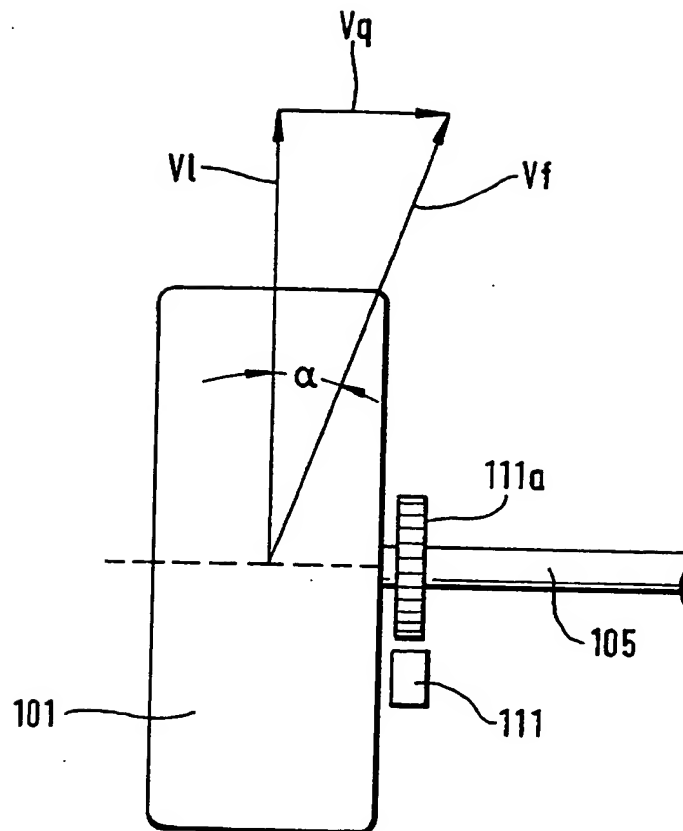


Fig. 3

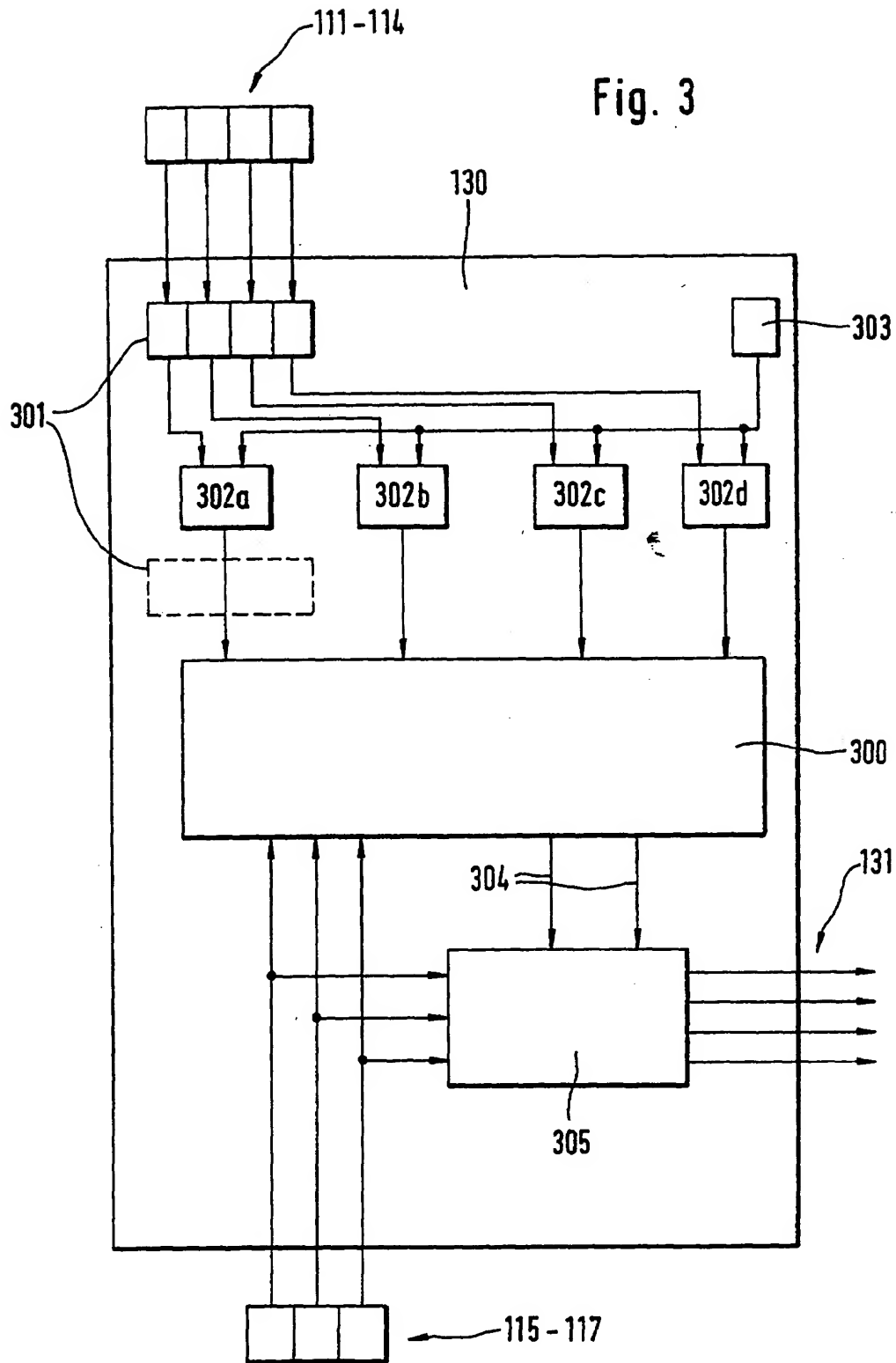


Fig. 4

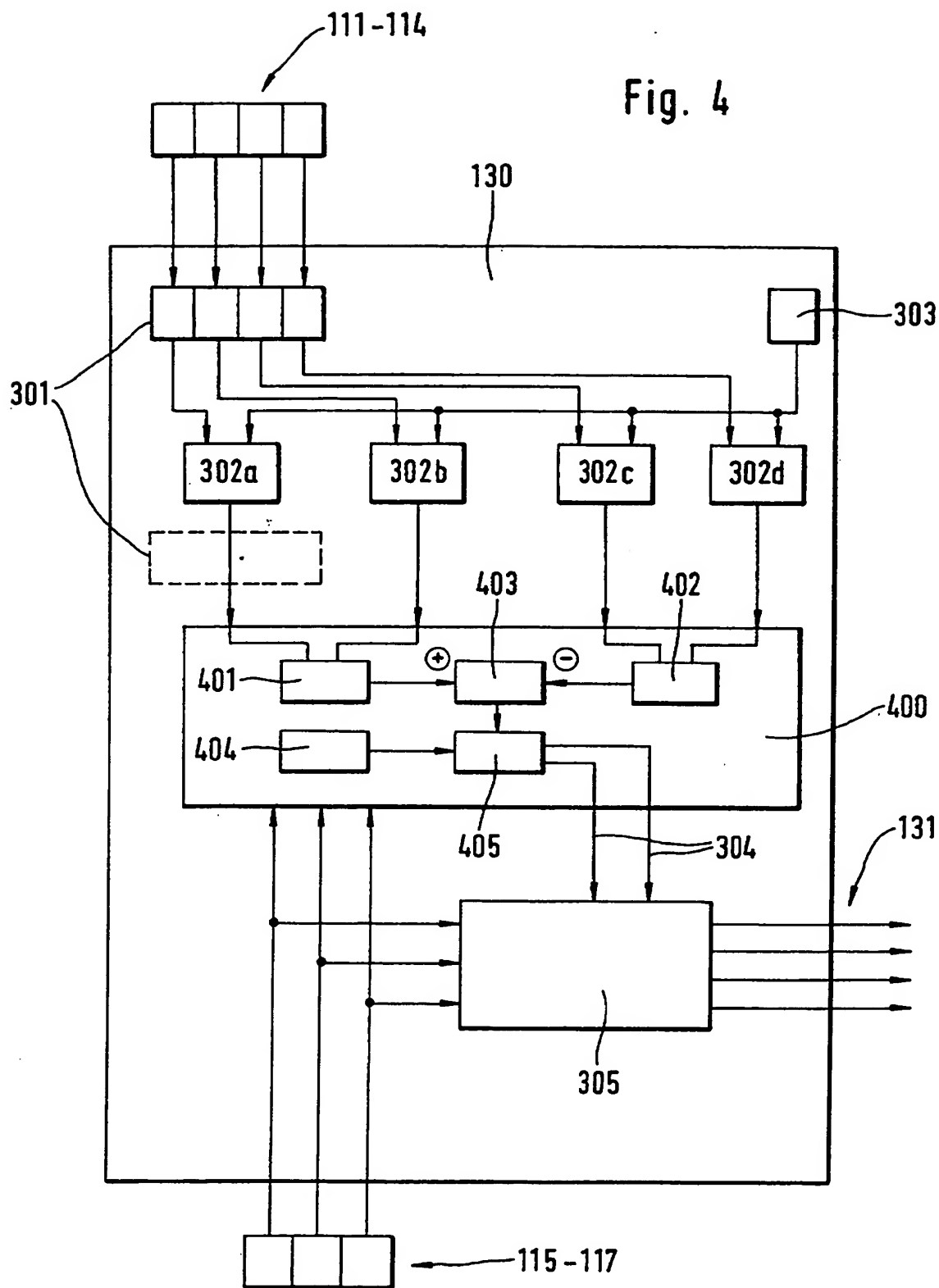


Fig. 5

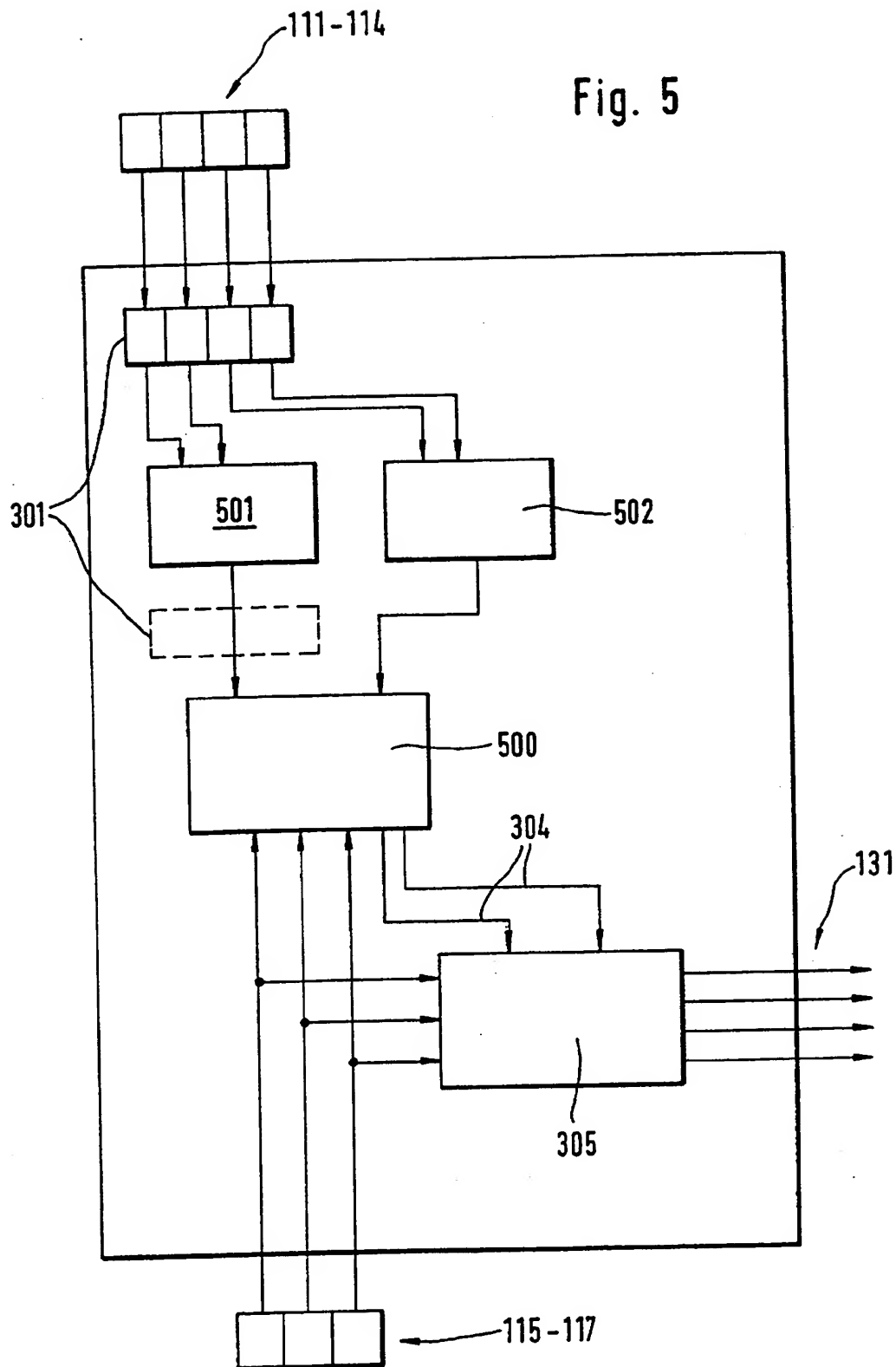


Fig. 6

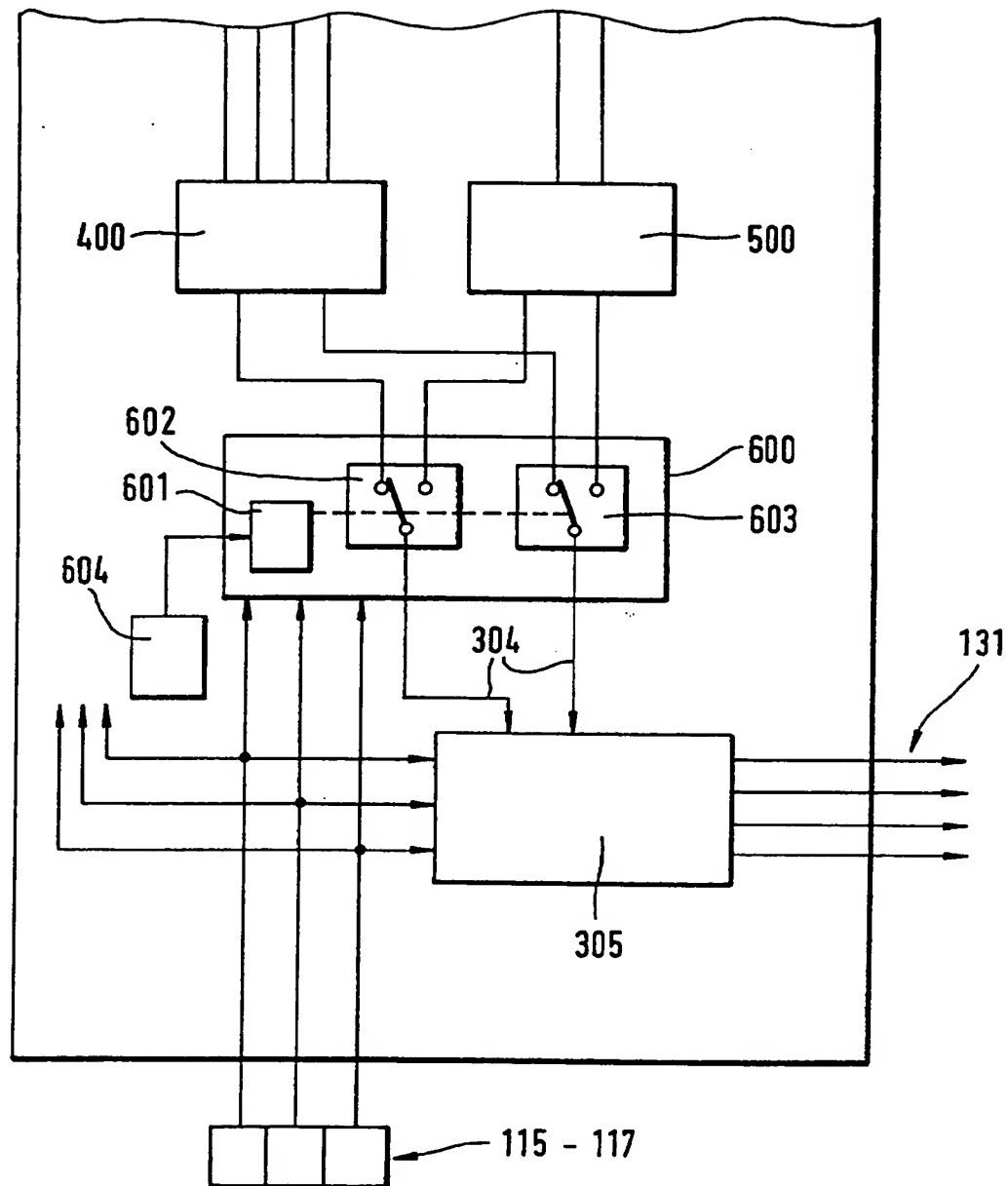


Fig. 7

